DV B 2222/02

RENSEIGNEMENTS

sur la façon de mesurer la résistance des paratonnerres



et

MODE D'EMPLOI

du pont de mesure „Ruppel"



Repro het MOT, Grimbergen



Repro het MOT, Grimbergen

Pont à galvanomètre pour la vérification des paratonnerres système „Ruppel".

L'efficacité des paratonnerres pour la protection des bâtiments n'est réelle que pour autant qu'il n'éxiste aucun défaut dans l'installation. Si la prise de terre n'offre plus assez de conductibilité, ou si quelque soudure, ou un point quelconque du conducteur comporte une résistance anormale, ce qui peut se produire entre autres à la suite d'une décharge atmosp érique, le paratonnerre, loin d'être encore utile, constitue au contraire un danger sérieux.

C'est pourquoi les pouvoirs publics ont émis des ordonnances en vertu desquelles tous les paratonnerres doivent être vérifiés à des époques déterminées. Cependant on n'a pas tardé à reconnaître qu'il ne suffit pas de s'assurer simplement s'il n'y a pas de discontinuité dans les conducteurs ou, si la terre permet à une sonnerie ou à un galvanoscope de fonctionner. Il est indispensable de mesurer exactement la résistance des différentes parties du paratonnerre et de noter soigneusement toute anomalie ou toute modification dans les valeurs. La mesure de la résistance des conducteurs n'offre aucune difficulté spéciale; celle des terres est troublée par la présence d'une force électromotrice aux surfaces de dispersion du fluide dans le sol. Il faut traiter les terres comme s'il s'agissait de prendre la résistance d'un élement de pile ou d'accumulateur. Mais si pour les piles,

il est loisible de choisir une méthode de mesure quelconque, pour les paratonnerres on a besoin d'un instrument portatif, simple, robuste est exact cependant.

Jusqu'à ces derniers temps, on a surtout fait usage de ponts téléphoniques à bobine d'induction, comme celui de Kohlrauch.

L'emploi du téléphone pour ce genre de mesures offre de réels inconvénients. — L'opérateur est troublé par les bruits extérieurs; s'il a l'oreille un peu dure il appréciera difficilement le point zéro, où le son du téléphone doit s'éteindre; parfois le son ne s'éteind pas tout à fait et il faut savoir apprécier deux intensités de son égales et prendre sur le fil divisé le milieu des points qui y correspondent. Enfin la bobine d'induction est sujette à se détériorer. Ces inconvénients disparaissent complètement dans le pont de Ruppel. La bobine d'induction y est supprimée et le téléphone remplacé par un galvanomètre spécial, sensible à la fois aux courants continus et aux courants inverses de l'instrument, ces derniers produits par un vibrateur approprié. L'appareil est muni de deux cadrans mobils gradués, le premier de 0,1 à 20 ohms l'autre de 2 à 500 ohms. Toute la manoeuvre consiste à tourner de droite à gauche le gros bouton, visible dans la gravure, de façon à ramener l'aiguille du galvanomètre au milieu de l'échelle, c.-à-d. au zéro.

Pour opérer avec le courant continu — si l'on mesure des conducteurs métalliques — on enfonce légèrement le bouton; il y a alors une déviation franche du galvanomètre. Pour mesurer les terres (ou les piles) on appuie le bouton à fond, actionnant ainsi le vibrateur. L'aiguille oscille de part et d'autre du zéro et l'on tourne le bouton jusqu'à ce qu'elle reste immobile.

Dans les deux cas, le cadran solidaire du bouton indique sans calcul la résistance et il est à noter qu'une des mains de l'opérateur peut toujours rester libre. — On ne saurait imaginer un instrument plus simple, plus pratique, plus portatif; son poids total, y compris la pile interchangeable, qu'il renferme, n'est que de 1,9 kos. Toutes les pièces sont protégées et se trouvent à l'intérieur d'une boîte en chêne de dimensions fort restreintes.

Repro het MOT, Grimbergen

Comme accessoires de ce pont, nous livrons encore un petit tambour à manivelle, léger, de construction soignée et portant environ 50 mètres de conducteurs souples isolés. Ces conducteurs sont enroulés sans induction sur le tambour et il suffit d'en dérouler la longueur strictement nécessaire.

Il y a une pince universelle, ainsi dénommée, parce qu'elle s'adapte à n'importe quel conducteur ou tuyaux d'eau avec la plus grande rapidité. Elle est munie d'une borne, ainsi que la gravure la représente.

Repro het MOT, Grimbergen



Renseignements sur la façon de mesurer la résistance des paratonnerres.

La vérification d'un paratonnerre comporte trois opérations:

1° L'examen de l'installation.
2° L'essai des conducteurs.
3° La mesure de la résistance des prises de terre.

Examen de l'installation:

Cet examen consiste en une inspection visuelle minutieuse de tout le résau des conducteurs. On portera son attention principalement aux points de connexion, raccordement ou de soudure. On verra s'il n'y a pas de commencement de corrosion de l'oxydation, ni de ruptures. On s'assurera que les parties metalliques principales du bâtiment sont bien reliées aux conducteurs.

De fortes jumelles conviennent parfaitement pour la vérification des parties élevées de l'installation. Il faut faire réparer tout de suite les défauts trouvés; on protège par de la bonne peinture les parties des conducteurs exposées à l'oxydation.

Essai des conducteurs.

En réalité l'essai électrique des conducteurs c.-à-d. la mesure de leur résistance, ne devrait se faire

Repro het MOT, Grimbergen

qu'après que l'on s'est assuré que tout est en bon état, ou convenablement réparé. Pour les cheminées d'usine il est toujours bon de ménager un second fil spécial en vue de ces mesures. Ces mesures consistent à prendre la résistance du conducteur entre deux points proprement décapés, l'un proche du sol, l'autre le plus haut possible. Les fils reliant ces points à l'appareil de mesure seront isolés afin de ne pas obtenir des résultats erronés.

Comme instrument de mesure le pont „Ruppel" est le plus pratique. Il donne sans calcul la résistance cherchée, mais il va sans dire, que cette résistance est la somme de celle du conducteur du paratonnerre et de celle des fils volants. On recommande de procéder toujours avec les fils volants de même longueur. Il suffit alors de mesurer une fois pour toutes la résistance de ces fils en les réunissant par une borne. C'est ainsi toujours la même quantité qu'il y a à retrancher de la lecture. Il faut toutefois éviter les effets d'induction des fils volants entre eux et sur eux-mêmes. C'est pourquoi il est recommandable de faire usage du tambour, moulinet sans induction qui accompagne le pont „Ruppel".

S'il y a plusieurs conducteurs de décharge, il faut les sectionner le plus près possible du sol et mesurer la résistance entre deux conducteurs montants: celle-ci ne doit jamais dépasser 0,1 ohm.

Mesure de la résistance des prises de terre.

Cette mesure est la plus importante de ces essais, car la valeur d'un paratonnerre dépend surtout de l'état de la prise de terre.

Nous allons examiner séparement les différents cas qui se représentent.

A. Le paratonnerre est relié à une conduite d'eau.

La résistance propre d'une prise de terre de ce genre, peut être considérée comme sensiblement nulle. On mesure donc avec le courant continu la résistance

Repro het MOT, Grimbergen

entre un point du conducteur et un point de la canalisation de l'eau, comme l'indique la figure I. Déduisant

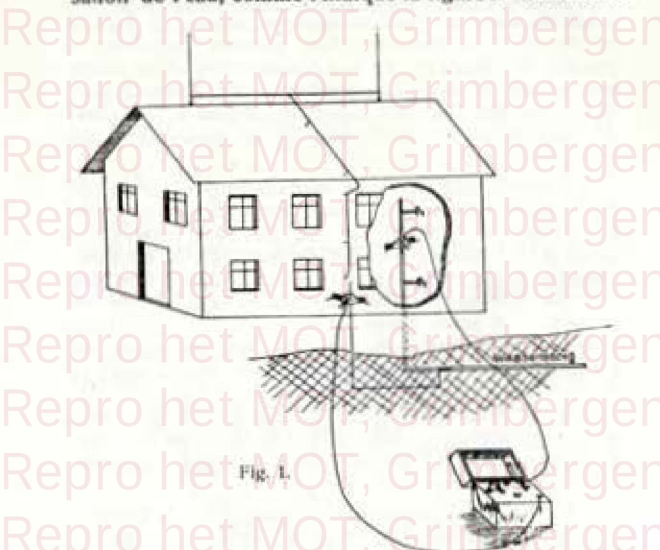


Fig. I.

du chiffre mesuré en résistance des fils volants, il doit rester une valeur très faible entre 0,1 et 0,5 ohm.

B. Le paratonnerre n'est pas relié à une conduite d'eau.

Plusieurs cas sont à distinguer.

1°. Une conduite d'eau existe dans le voisinage et le paratonnerre n'a qu'une seule prise de terre.

La résistance de la conduite d'eau par rapport à la terre pouvant être considérée comme nulle, on mesurera donc simplement la résistance entre le conducteur du paratonnerre et la conduite d'eau. Cela

Repro het MOT, Grimbergen

donnera la valeur de la terre du paratonnerre, par déduction de la valeur des fils volants.

2°. Une conduite d'eau existe dans le voisinage et le paratonnerre possède plusieurs prises de terre.

La figure 2 donne un exemple de ce cas où l'on a figuré trois tiges de paratonnerre reliées par un

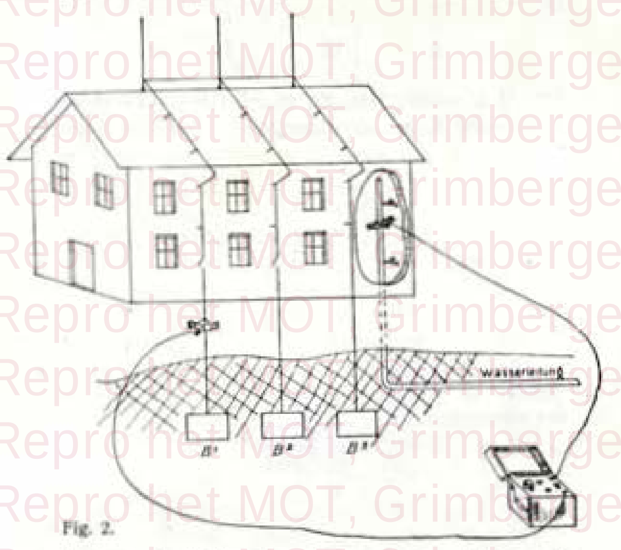


Fig. 2.

conducteur de bâtiment. Lorsque ce conducteur de bâtiment existe, il est nécessaire pour mesurer les terres isolement, de sectionner tous les conducteurs de scente, moins un.

Mesurant les terres séparement, comme dans le cas 1°, on a pour la résistance commune:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} + \frac{1}{B_3} + \frac{1}{B_4} +}$$

Repro het MOT, Grimbergen

en appellant: B_1, B_2, B_3, B_4, ..., les résistances séparées de chaque terre.

Exemple: Soit dans la figure 2:

$B_1 = 5$ ohms
$B_2 = 12$ "
$B_3 = 7$ "

Il vient:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{12} + \frac{1}{7}} = 2{,}35 \text{ ohms.}$$

3°. Il n'existe pas de conduite d'eau dans le voisinage et le paratonnerre possède 3 terres.

Fig. 3.

B_1 B_2 B_3

Considérons la figure 3.

On sectionne deux des conducteurs de descente. Ensuite on mesure la résistance entre les terres prises deux-à-deux.

Soit	a	la résistance	B_1	B_2
"	b	celle entre .	B_1	B_3
"	c	" "	B_2	B_3

Pour la facilité on inscrit ces résultats dans son carnet sous forme d'un triangle comme l'indique la figure 4. La résistance de chacune des trois terres s'obtient par les formules ci-dessous:

$$B_1 = \frac{a + b - c}{2}$$

$$B_2 = a - B_1$$

$$B_3 = b - B_1$$

Fig. 4.

B_1, a, b, B_2, c, B_3

Repro het MOT, Grimbergen

Comme vérification on doit encore trouver: $B_3 = c - B_2$.

En vue des vérifications ultérieures on fera un croquis sommaire du bâtiment en désignant chaque terre par sa lettre correspondante, comme l'indique la fig. 4a.

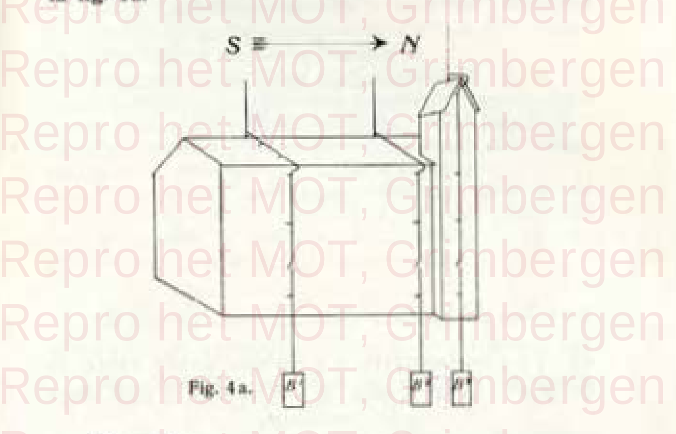


Fig. 4 a.

Exemple:

Soit la résistance $B_1\,B_2 = 15$ ohms $= a$
$B_1\,B_3 = 25$ „ $= b$
$B_2\,B_3 = 30$ „ $= c$

$$B_1 = \frac{15 + 25 - 30}{2} = 5 \text{ ohms}$$

$$B_2 = 15 - 5 = 10 \text{ ohms}$$

$$B_3 = 25 - 5 = 20 \text{ „}$$

Comme vérification:

$$B_3 = 30 - 10 = 20 \text{ ohms}$$

Veut-on connaître la résistance composée de B_1 B_2 et B_3, appliquant la formule du 2ème cas, il vient:

Repro het MOT, Grimbergen

$$R = \frac{1}{\frac{1}{5}+\frac{1}{10}+\frac{1}{20}} = \frac{1}{0{,}2+0{,}1+0{,}05} = \frac{1}{0{,}35} = 2{,}85 \text{ ohms}$$

Il est toujours nécessaire de calculer chaque terre séparement, car l'une d'elles peut être défectueuse, sans que l'ensemble l'indique clairement.

$B_1 = 5\,\Omega$

$a = 15{,}6 - 0{,}6 = 15$

$b = 25{,}6 - 0{,}6 = 25$

Fig. 5.

$B_2 = 10\,\Omega$ $c = 30{,}6 - 0{,}6 = 30$ $B_3 = 20\,\Omega$

4º. Le paratonnerre n'a qu'une seule prise de terre et il n'y a pas de conduite d'eau dans le voisinage.

Dans ce cas il faut établir deux terres auxiliaires.

On constituera une terre auxiliaire excellente en faisant usage d'un fil de cuivre nu de 1 mm environ de diamètre comme ceux qui servent aux ligatures.

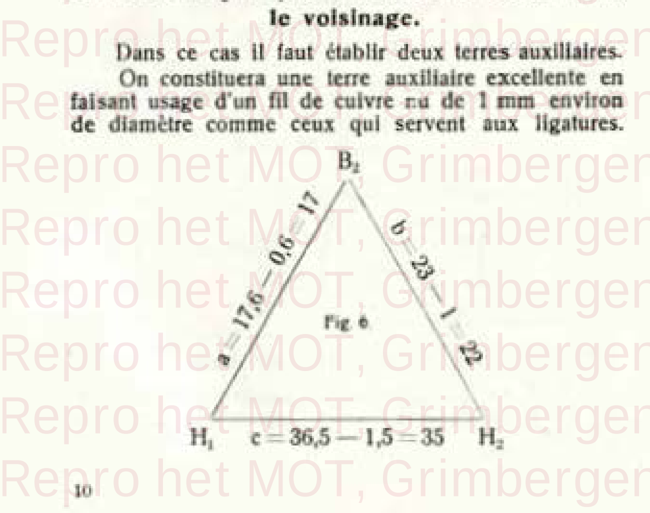


Fig 6

Repro het MOT, Grimbergen

On creuse une petite tranchée dans la terre; on y déroule le fil et on arrose bien la terre avant et après avoir remblayé.

Ce procédé est très commode, car pour le transport le fil s'enroule dans un petit volume. Il est préférable à l'emploi de plaques, de tubes dont il est fait usage habituellement. Bien entendu s'il existe une ou plusieures canalisations métalliques, elles feront fort bien l'office de terres auxiliaires.

Appelant B la terre du paratonnerre H_1 et H_2 celles auxiliaires on procédera exactement comme dans le cas 3 avec les mêmes formules. Toutefois il faut s'arranger pour avoir des terres auxiliaires de même résistance à peu près que celle à mesurer.

Si les terres sont trop résistantes dans le sol (par exemple, s'il y a trop peu de fil) des erreurs de mesure peuvent se produire, et il arrivera que l'on pourra trouver pour B une valeur négative.

5°. Le paratonnerre a deux prises de terre et il n'y a pas de conduite d'eau dans les environs.

Sectionnant l'un des deux conducteurs de descente, on prend la résistance entre les deux terres. Soit B_1 B_2 cette valeur. Divisant par 4, $\frac{B_1 \quad B_2}{4}$ réprésente la résistance moyenne de chacune des deux terres. Si cette moyenne est suffisamment faible, il est inutile de faire encore d'autres mesures. Dans le cas contraire on mesurera les deux terres séparement, grâce à une 3e terre auxiliaire. On procède alors comme pour le 4e cas.

Si l'on se trouve en présence d'une installation avec 4 prises de terre ou d'avantage, on opérera comme ci-après.

Considérons pour faciliter les explications, qu'il y ait 5 terres: B_1, B_2, B_3, B_4, B_5. On commencera par mesurer 3 terres B_1, B_2, B_3 comme au 3e cas. Supposons que l'on trouve $B_1 = 15$ ohms, $B_2 = 5$ ohms, $B_3 = 15$ ohms. Ceci noté, on mesurera la résistance entre l'une de ces trois terres, de preférence la moins résistance (dans notre cas B_2) et la 4e terre B_4. Admettons que cette mesure accuse 30 ohms; comme

Repro het MOT, Grimbergen

ceci est la somme des terres B_2, B_4, on trouve que B_4 = 30 ohms — 5 ohms = 25 ohms. De même on mesure B_2 B_5 soit 40 ohms, le résultat alors B_5 = 50 ohms — 5 ohms = 35 ohms Quant à la résistance résultante, elle sera :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{25} + \frac{1}{35}} = \frac{1}{0{,}066 + 0{,}2 + 0{,}066 + 0{,}04 + 0{,}03} = \frac{1}{0{,}402}$$

$$R = 2{,}49 \text{ ohms.}$$

6°. Il y a plusieures prises de terre réunies par un même conducteur sous-terrain.

Dans ce cas il faut considérer l'ensemble comme ne formant qu'une seule prise de terre Si l'on est proche d'une canalisation d'eau, on prendra la résistance de celle-ci et l'ensemble de terres. Si cette canalisation fait défaut, il faut établir deux terres auxiliaires et procéder comme au 3ème cas.

Repro het MOT, Grimbergen



Mode d'emploi du pont „Ruppel".

Le système du pont Ruppel est basé sur le pont Wheatstone avec fil calibré rond; la particularité de notre système est un commutateur-oscillateur produisant un courant alternatif.

Cet oscillateur met alternativement le pole + et le pole — de la batterie en circuit sur le pont Wheatstone et produit ainsi un courant alternatif de 17 périodes environ (fig 7). La figure 8 montre la disposition intérieure du pont Ruppel.

Fig. 7.

Repro het MOT, Grimbergen

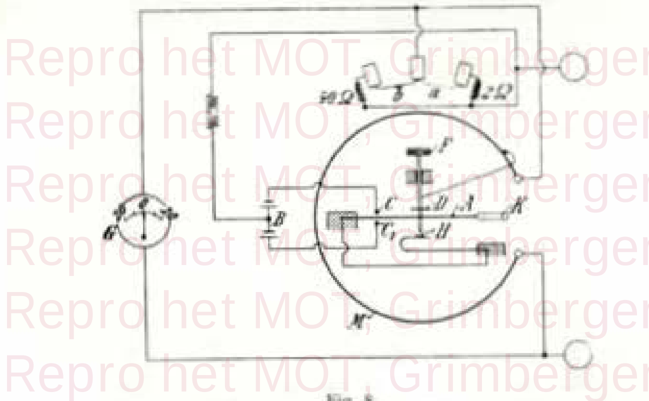


Fig. 8.

On peut donc se servir de cet oscillateur pour produire le courant alternatif ou bien on peut simplement fermer le contact, alors le pont travaille au courant continu. Dans les deux cas un galvanomètre sensible Deprez-d'Arsonval est utilisé pour constater si l'aiguille est au zéro. Une petite pile facilement remplaçable produit le courant.

Voici comment on procède pour les mesures:

La résistance inconnue est mise au bornes X X et le levier nickelé se trouvant sur la boîte est mis à gauche: c'est alors que l'échelle inférieure apparaît. On tourne alors le bouton en ébonite sans y pousser jusqu'à l'apparition du chiffre 5 (Ohms). Après on pousse le bouton et on entend les oscillations d'un trembleur. Cette oscillation doit durer pendant qu'on fait les mesures au courant alternatif; si ces oscillations commencent à diminuer on donne de nouveau une poussée sur le bouton pour agiter à nouveau le trembleur mais pendant qu'on effectue les mesures, le bouton doit être maintenu poussé à fond, si non le contact est interrompu. A moins que la résistance inconnue a justement la valeur de 5 ohms l'aiguille du galvanomètre commencera à trembler, les oscillations seront grandes si l'inconnue diffère de beaucoup

Repro het MOT, Grimbergen

de 5 ohms, on tourne alors le bouton poussé à fond d'abord à gauche et on regarde si les oscillations deviennent plus fortes ou plus faibles. Si les oscillations deviennent plus fortes, on a la preuve qu'on peut trouver la valeur inconnue en tournant le bouton dans les sens inverse. Quant on arrive d'après cette méthode au chiffre 20 et le tremblement de l'aiguille bien que diminué n'a pas encore complètement cessé, on doit tourner le levier nickelé à droite pour faire apparaître la seconde échelle de 20 — 500 ohms. La valeur inconnue est trouvée quand le tremblement de l'aiguille a tout à fait disparu. Si on veut une preuve que la valeur ainsi trouvée est vraiment exacte, on lâche le bouton et on le pousse à nouveau à fond, si la valeur est exacte, l'aiguille doit rester au zéro. Le chiffre ainsi trouvé est directement la valeur de la résistance inconnue en ohms. Si la résistance inconnue est plus petite que 5 ohms, les oscillations diminuent en tournant le bouton à gauche c'est le cas p. e. en mesurant la petite résistance d'essai dont la valeur est de 2 ohms.

Quant on veut faire des mesures au courant continu pour des résistances metalliques, une ligature metallique d'un fil de paratonnerre avec un tube à gaz ou d'eau par exemple, on procède comme décrit plus haut sauf qu'on doit pousser seulement legèrement et sans pousser à fond sur le bouton en ébonite pour ne pas agiter le trembleur.

Si au bout de quelques temps on remarque que les déviations du galvanomètre ne sont plus assez fortes, on peut conclure que la batterie est épusé, on procède alors à son remplacement en dévissant le couvercle du fond de l'appareil. Une nouvelle batterie est fournie au prix de frs 1,60.

Repro het MOT, Grimbergen